

«APLICACIONES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y “SISTEMAS EXPERTOS” A LA ARQUEOLOGIA. UN “EXPERTO” EN ECONOMIA DEL III MILENIO DE LA PENINSULA IBERICA»

C. GALÁN SAULNIER
C. POYATO HOLGADO
J. SÁNCHEZ MESEGUER
Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

Una de las posibilidades que la Informática ofrece a la Arqueología, en su especialidad de Inteligencia Artificial, es la utilización de los denominados «programas expertos», que permiten obtener «respuestas» para «preguntas» a las que las evidencias arqueológicas no pueden «contestar» por sí mismas.

El estudio de la economía del III milenio en la Península Ibérica se halla en un estado de investigación en el que, entre otras cosas, resulta necesario el conocimiento del grado de desarrollo económico que alcanzaron los distintos grupos humanos que habitaron el territorio peninsular durante ese dilatado período de tiempo.

Con esa finalidad hemos realizado un «programa experto» que, aplicado a los yacimientos de los que tengamos suficiente información, permita identificar su grado y nivel económicos.

En el trabajo que presentamos expondremos fundamentalmente los planteamientos teóricos que, desde los restos arqueológicos, pasando por la identificación de las actividades socioeconómicas que representan, nos llevan a concretar cuáles son los aspectos que caracterizan los distintos estadios del desarrollo económico de las poblaciones del III milenio Peninsular.

Summary

One of the possibilities offered by the application of Computers in Archaeology, in its specialty of Artificial Intelligence, is the use of the so called «expert systems», which allow to obtain «answers» for «questions» for which the archaeological evidences can not give an «answer» by themselves.

The study of the economy of the 3rd millenium in the Iberian Peninsula is right now at a the stage of investigation in which, among other things, it becomes necessary to know the degree of development reached by the various groups living in the Peninsula during such a long period.

With this purpose we have designed an «expert system» on the subject which, applied to the sites on which we have enough information, allows to decide on its economical degree and level.

In the papers we are presenting we will basically expound the theoretical basis that, starting from the archaeological remains, and going through the identification of the social and economical activities they represent, will lead us to specify which are the characteristic aspects of the various stages of the economical development of the population of the 3rd millenium in the Peninsula.

La oferta actual de la informática ha comenzado a traspasar las ya conocidas barreras de los llamados «paquetes integrados», «gestores», «procesadores», etc..., para entrar en nuevas áreas y ambientes de especialización, entre los que merecen destacarse el de los tratamientos de imágenes, el diseño asistido por ordenador, las técnicas del reconocimiento de voz, etc..., y, sobre todo, en el llamado mundo de la «Inteligencia Artificial», con los denominados «sistemas expertos», área de creciente importancia en el desarrollo y aplicaciones de la Informática, y de la que a nadie escapa el que, como concepto, no equivale al de un juego de soñadores ni de científicos excéntricos, que están convencidos de que el «cerebro electrónico» es capaz de realizar cualquier cosa y de llegar a actuar incluso como lo haría un ser humano, simulando su inteligencia, sino que se trata de un conjunto de desarrollos y aplicaciones de la ciencia de los Ordenadores, que incidirá notablemente y tendrá profundos efectos en nuestra Sociedad, en los próximos cinco lustros.

Las técnicas de la I.A., abreviatura comúnmente empleada para designar el término de «Inteligencia Artificial», son variadísimas y el campo de sus aplicaciones se extiende cada vez más en el ambiente tecnológico, científico y humanístico. La I.A. está pasando de ser una expresión más o menos mitificada y llena de misteriosas sugerencias para los «no iniciados», a convertirse en una realidad tangible que se incorpora a áreas de trabajo cada vez más variadas, y en las que ni sus «inventores», pioneros en su utilización y defensores de su aplicación, ni siquiera soñaron.

El que en el campo de la Medicina, de la Geología, de la Ingeniería, de la Física o de la Química, se empleen para la resolución de determinados problemas las técnicas de la I.A., no resulta en la actualidad nada extraño, pero el que esas técnicas se empleen para acercarse a la resolución de problemas de interpretación histórica como, por ejemplo, sobre los modelos y niveles de la Economía en algunos de los períodos de la vida más vieja del hombre, de su Pre y Protohistoria, no resulta ni tan usual ni tan frecuente.

Resumiendo la larga definición dada por la British Computer Society (NAYLON, 1986), un «Sistema Experto» es una de las aplicaciones de la Inteligencia Artificial, que pese a configurarse como una de las tecnologías más importantes para el futuro, y sobre todo en sus aplicaciones microinformáticas, no es más que un programa de ordenador dotado en su «arquitectura informática» de la experiencia humana en algún área o campo de conocimiento, y es capaz de hacer algo que sóloamente podía hacerlo un humano y, además, experto en la materia.

Con el empleo de este tipo de programas, los profesionales no expertos en una determinada materia, pero al menos «conocedores de la cuestión», como corrientemente se dice, pueden llegar a desarrollar eficientemente tareas tales como precisar el diagnóstico de algunas enfermedades comunes entre los seres humanos, enfermedades de plantas, localizar fallos de me-

cánica o de electrónica, clasificar tipos variados de fauna, localizar minerales, etc..., al almacenarse «dentro» del programa, informáticamente hablando, los conocimientos y experiencia de los técnicos y especialistas sobre un determinado tema, adquiridos por ellos en la vida real, a través de un complicado pero indudablemente eficaz, sistema de aprendizaje.

Los «sistemas expertos» son, en definitiva, aplicaciones que simulan la forma en que un experto humano realiza una tarea, tomando decisiones en base a datos cambiantes, o en base a su conocimiento sobre dicha tarea. Los «sistemas expertos» «simulan» pues el genio humano, para crear expertos «artificiales» y permitir una toma de decisión o postura a los que no lo son.

En la elaboración de este tipo de programas, lo que se pretende simular mediante la producción de reglas muy concretas, es la manera en que los humanos abordan y resuelven determinados problemas, y esas reglas lo que hacen es proporcionar al Ordenador una especie de «inteligencia aparente» con una cierta capacidad de raciocinio, para que pueda emular las formas de razonamiento de un especialista en una determinada materia.

La I.A. es la ciencia que permite a los ordenadores emular capacidades humanas tales como las de ver, oír, hablar e incluso manipular, elaborar y tomar decisiones a partir de un conjunto preestablecido de analogías y deducciones, y, además, como el ordenador permite hacerlo almacenando y procesando a enormes velocidades grandes cantidades de datos, la I.A. los convierte en expertos «ayudantes» en una gran variedad de campos del saber, de ahí que las capacidades humanas sean emuladas por programas de reconocimiento y proceso de formas e imágenes, programas de proceso del lenguaje humano, programas de robótica, programas de razonamiento abstracto, etc...

Iniciada desde la década de los ochenta, gracias a una importante ayuda económica de la entonces C.A.I.C.Y.T. y al soporte técnico y moral que nos facilitó la Universidad Politécnica de Madrid, en el marco de un Proyecto de Investigación, al que genéricamente llamamos «ARXEOS», la creación de un Banco de datos sobre Yacimientos de la Edad de Bronce, y sus materiales arqueológicos, de Sureste, Suroeste, Levante y Centro de la Península Ibérica, Banco en el que se puede encontrar información referida a más de mil quinientos Yacimientos, tal volumen de información, nos sugirió la posibilidad de adentrarnos en el mundo de la «Inteligencia Artificial» y, en general, en el campo de los «sistemas expertos» y del «reconocimientos de formas», y ayudados por especialistas no procedentes del campo de la Arqueología (1), pusimos en marcha el desarrollo de una serie de «programas piloto», destinados a ayudar, en primera instancia, a nuestros alumnos en el conocimiento de la Edad del Bronce en general y de su «economía» en particular.

«ARXEOS IV», denominación que recibe el Programa al que nos referimos en estas notas, parte para reconstruir y valorar la economía protohistórica de la Edad del Bronce, del principio de que cada actividad «producible y rentable» del Pasado, puede y debe de estar representada en un Yacimiento, por todos y cada uno de los objetos o testimonios arqueológi-

(1) José Curiel fue el primer «informático» al que convencimos para que se sentara en una mesa con nosotros a convertir nuestra «arqueología» en una secuencia de sentencias del programa para un Ordenador. Nunca se lo agradeceremos los bastante, pero él tampoco olvidará nuestra ignorancia y atrevimiento. Gracias.

cos que usualmente se relacionan con ella, y que la ausencia o abundancia de éstos, relacionados además con el entorno y contexto en que aparecen, representan un grado, e incluso un nivel dentro de él, de esa «economía», en forma de modos tales como la «autosuficiencia», la «insuficiencia», la «dependencia», etc..., y como respuestas a las variadas necesidades de los habitantes del poblado.

Baste, como ejemplo de lo que aquí se propone, considerar el hecho de que la agricultura, como actividad económica, puede estar representada en un Yacimiento arqueológico de muy distinta forma y con diferente valor e importancia económica, a través de los objetos que la caracterizan e identifican como actividad, y que pueden ser más pobres las gentes de un poblado en el que sólo aparecen elementos agrícolas relacionados con la siembra y la recolección, aunque sean muy abundantes, que las de otro en el que apenas aparezcan denticulados destinados a la recolección, o útiles de roturación, y en cambio abundan los objetos de molturación y los recipientes o estructuras de almacenamiento y transformación de los productos derivados de la actividad agrícola.

Valorar en estos casos el «sí» o el «no» de la representatividad de esos objetos, considerándolos además en un entorno o ecosistemas, y obtener igualmente el valor cuantificado de su caracterización económica, en función de las distintas actividades que representan a los modos de vida de las sociedades que, culturalmente, se escalonan desde la Recolección a las producciones de la Metalurgia, se hace tremendamente complicado.

Pero si se recurre a la utilización de un «Sistema Experto» como el desarrollado por nosotros, se puede disponer de una herramienta informática capaz de permitir el acercamiento a los conocimientos que los «expertos» poseen sobre esos períodos de la Historia de nuestra Cultura, ya que el carácter interactivo de estos programas permite que el usuario pueda dialogar libremente con el ordenador, formulando preguntas y recibiendo respuestas coherentes, en este caso, sobre la Economía de la Edad del Bronce.

La estructura de un programa (SÁNCHEZ MESEGUER, 1988) de este tipo responde a un simple esquema formado por dos bloques fundamentales: una «base de conocimientos» (la información contenida en nuestra Base de Datos arriba mencionada, nos servía a los fines que nos proponíamos), y un «motor de inferencia» o bloque de deducción (núcleo del «Sistema Experto» que contiene los algoritmos encargados de generar los razonamientos, y de los que existen en la actualidad más de un centenar de modelos propagados por Universidades, incluso de nuestro país, centros de investigación, fabricantes de ordenadores, compañías dedicadas a la producción de «software», grandes corporaciones, etc...).

Nuestro «sistema experto» cuenta, además, con un tercer bloque: el que se «comunica» con el usuario, encargado mediante mensajes en las pantallas de proporcionar aclaraciones (subsistema de explicación o interfase de usuario) y capaz de simular la adquisición del conocimiento. La llamada «interfaz de usuario» es parte fundamental en toda la mecánica de construcción del «Sistema», ya que es lo que le convierte en verdaderamente utilizable por los «no expertos».

Entre los «modelos» actuales de Sistemas Expertos, destacan fundamentalmente los que se basan en «reglas» y los que están basados en la «probabilidad», por lo que nuestras aproximaciones a esta técnica científica de la I.A. han ido en ambas direcciones, aunque en estas

notas nos referimos al que hemos construido, basándonos fundamentalmente en el empleo de un motor de inferencia de métodos probabilísticos, y que tiene por eje central el Teorema, o teoría de la decisión del reverendo Thomas Bayes, matemático y ministro de la Iglesia Presbiteriana, que formuló sus ideas en el siglo XVIII.

El empleo de este tipo de «expertos» resulta especialmente recomendable en nuestra ciencia, la Arqueología, ya que, la mayor parte de las veces, de los hechos del Pasado no poseemos una imagen tan fidedignamente exacta, que nos permita establecer con ellos reglas de lógica determinista, clásicamente «aristotélica», sino que más bien lo que poseemos de los tiempos pretéritos es una especie de conocimiento «difuso», que tiene un valor probabilístico alto o bajo según sea cada vez considerado el hecho bajo variadísimas circunstancias, incluidas las de ser conocido de forma incompleta.

El modelo probabilístico que proponemos es comparable a uno de los muchos que se emplean en Medicina y que permite identificar mediante el análisis, valores de las frecuencias de presencia o ausencia, etc..., de ciertos síntomas y determinadas patologías clínicas.

Cálculo de probabilidades condicionales, probabilidades iniciales, en sus formas «a priori» y «a posteriori», verosimilitudes, así como el empleo de otras técnicas de orden estadístico, de valoraciones simples y múltiples, etc..., forman el «motor de inferencia» de ARXEOS IV, y manipulando con la hipótesis de partida o propuesta convencional de que los «actos y artefactos» que existen en los Yacimientos arqueológicos son a los fenómenos económicos, lo que los síntomas a las enfermedades, construimos una Base de Conocimientos formada por una serie de preguntas referidas a la identificación, como síntomas, de resultados, como enfermedades, de carácter económico. Es decir que suponemos que si en un yacimiento arqueológico aparecen elementos (síntomas) vinculables a las tareas agrícolas tales como objetos empleados para la roturación, ejemplos de cereales, útiles de molturación, recipientes de almacenaje, etc..., existe indudablemente una economía en la que de algún modo ha jugado un papel más o menos importante la agricultura (enfermedad).

La valoración aritmética del binomio cualitativo/cuantitativo del testimonio (síntoma), permitirá identificar el nivel de ese grado de economía (levedad o gravedad de la enfermedad, siguiendo el símil médico que hemos propuesto).

El núcleo del programa, «motor de inferencia», es de tipo probabilístico, y tiene como parte del soporte algorítmico el Teorema de Bayes, cuya teoría de la decisión queda fundamentalmente apoyada en el hecho de que las probabilidades a posteriori de que ocurran ciertos sucesos, tienen que modificarse conforme se acumula información «a priori» y adicional sobre ellos, lo que permite tener en cuenta incluso datos muy limitados, o conocimientos difusos.

En forma interactiva, nuestro «experto» en Economía de la Edad del Bronce, pregunta desde el Ordenador a su interlocutor todas, o solamente algunas, de las preguntas de un cuestionario (que presentamos dividido en tres bloques convencionales), y en relación con actividades o restos de la vida económica del poblado que se analiza, directa o indirectamente representados, esperando para efectuar los cálculos una respuesta afirmativa o negativa además de aritméticamente ponderada, y conforme a la siguiente lista de objetos, reflejo de la realidad arqueológica de un Yacimiento en lo que a su Ergología, ubicación topográfica, organización estructural etc..., se refiere.

La «interfase de usuario» muestra en pantalla la siguiente cuestión:

¿Existen en el Yacimiento testimonios arqueológicos que se relacionan con la/el:

Primer bloque:

- Recolección de frutos silvestres...?
- Consumo de moluscos...?
- Práctica de la pesca...?
- Práctica de la caza menor...?
- Consumo de carne de animales domésticos...?
- Utillaje óseo...?
- Útiles de sementera y de siega...?
- Útiles y armas de piedra tallada...?
- Útiles denticulados...?
- Útiles de molienda...?
- Útiles de barro cocido...?
- Cordelería y estertería...?
- Viviendas de construcción «perecedera»...?
- «Carpintería» o restos de madera de construcción...?

Segundo bloque:

- Proximidad a vías de comunicación «interiores» o «exteriores»...?
- Práctica de la caza mayor...?
- Consumo de animales domésticos jóvenes...?
- Estructuras de almacenamiento...?
- Viviendas de construcción «sólida»...?
- Estructuras defensivas «sencillas»...?
- Útiles de minería...?
- Moldes de fundición...?
- Escorias de fundición, «gotas», toberas, etc...?
- Útiles y armas de metal...?
- Objetos de adorno de materiales varios...?
- Necrópolis
- Sepulturas estructuralmente individualizadas con/sin ajuar...?
- Cerámica suntuaria «no Campaniforme»...?
- Manifestaciones artísticas...?
- Estructuras «religiosas» sencillas...?

Tercer bloque:

- Adornos de metales nobles...?
- Cerámica «Campaniforme»...?
- Objetos «exóticos»...?
- Objetos «fuera de contexto»...?
- Objetos suntuarios de piedra/hueso...?
- Idolos u objetos sagrados...?
- «Vajillas» cerámicas...?
- Unidades de «producción»...?
- Tumbas con ajuar...?
- Estructuras religioso-funerarias excavadas...?
- «Tholoi», Sepulcros de Corredor «complejos»...?
- «Urbanismo», estructuras defensivas «complejas»...?
- «Acequias», acondicionamiento de depósitos, etc...?

Cada una de las anteriores preguntas, dentro de las del primer bloque, o varias de ellas a un tiempo, representan, teórica aunque no por ello indiscutible, y convencionalmente en nuestra propuesta de funcionamiento del «sistema experto» con el que trabajamos, «respuestas» a necesidades de primera magnitud en la vida de un grupo humano (tales como las inherentes a la propia subsistencia: alimentación, vivienda, vestido, etc...).

Otras de ellas, las del segundo bloque, permiten, además de evidentemente cubrir las necesidades primarias, mejorar en segunda magnitud la «calidad de vida» de ese grupo, y otras, por último, además de permitir los dos estadios anteriores, proporcionan en tercera magnitud, un mayor «prestigio» a quienes las ostentan, ya sea ante el grupo, ya en el sistema, etc...

Sentadas estas premisas, se obtiene un marco de «economía teórico» diferenciado cualitativamente en «grados» que se escalonan desde un «Grado 1» para los Yacimientos en los que estén presentes manifiestamente las actividades y los artefactos de prestigio y «prosperidad» de nuestra lista en el último de los bloques, hasta un «Grado 3» aplicable a los Yacimientos en los que solamente se dan respuestas positivas para las actividades y artefactos cuya presencia solamente supone la «subsistencia», pasando por un «Grado 2», que sería aplicable a los Yacimientos, por sus restos, con notables mejoras del «nivel de vida» (Tabla 1).

Se establece igualmente un «cuarto grado» como respuesta al análisis de los Yacimientos de los que se posee poca información, ya que cabe la posibilidad de que esa poca que hay pudiera ser que «fuera toda la que verdaderamente hubiera» cuando se realizara la excavación o se ponderasen los resultados, en este último caso, una valoración de «Grado 4» podrá significar igualmente el que el Yacimiento apenas sí tiene lo necesario para subsistir, económicamente hablando.

Pero como actos y artefactos cambian de valor cualitativo en relación con la cantidad de su presencia, y en razón al contexto en que se enmarcan, hemos introducido una nueva variable a la que denominamos «nivel» y que funciona en razón a la ponderación aritmética de la respuesta, afirmativa o negativa, que se dé al Ordenador. La respuesta tiene un valor

Tabla 1

RELACION VARIABLES-GRADOS/NIVELES DE ECONOMIA EN EL III MILENIO A. C.

NUM.	VARIABLE	G.1A	G.1M	G.1B	G.2A	G.2M	G.2B	G.3A	G.3M	G.3B	G.4S
01	Útiles para la sementera						SI	SI	SI	SI	
02	Útiles para la siega						SI	SI	SI	SI	SI
03	Útiles de molinenda				SI	SI	SI	SI	SI		
04	Utillaje de piedra tallada «variado»				SI	SI	SI	SI	SI		
05	Utillaje óseo «variado»				SI	SI	SI	SI	SI		
06	Útiles de barro cocido			SI	SI	SI	SI	SI			
07	Útiles de minería						SI	SI	SI	SI	SI
08	Escorias de fundición, «gotas», toberas, etc.		SI	SI	SI	SI	SI				
09	Moldes de fundición		SI	SI	SI	SI					
10	Útiles de metal	SI	SI	SI	SI	SI					
11	Armas de piedra tallada	SI	SI	SI	SI	SI					
12	Armas de metal	SI	SI	SI	SI						
13	Objetos de adorno de materiales varios		SI	SI	SI	SI	SI				
14	Adornos personales de cobre	SI	SI	SI	SI						
15	Adornos de metales nobles	SI	SI	SI							
16	«Vajillas» cerámicas		SI	SI	SI	SI	SI				
17	Cerámica «campaniforme»		SI	SI	SI	SI					
18	Cerámica suntuaria «no campaniforme»	SI	SI	SI	SI						
19	Objetos suntuarios de piedra/hueso	SI	SI	SI							
20	Objetos «fuera de contexto»	SI	SI	SI	SI	SI					
21	Objetos «exóticos»	SI	SI	SI	SI	SI					
22	Idolos u objetos sagrados		SI	SI	SI	SI	SI				
23	Frutos y semillas silvestres								SI	SI	SI
24	Cordelería y esterería					SI	SI	SI	SI		
25	«Carpintería» o restos de madera de construcción				SI	SI	SI	SI			
26	Consumo de moluscos								SI	SI	SI
27	Práctica de la pesca							SI	SI	SI	SI
28	Práctica de la caza menor							SI	SI	SI	SI
29	Práctica de la caza mayor		SI	SI	SI	SI					
30	Consumo de carne de animales domésticos					SI	SI	SI	SI		
31	Consumo de animales domésticos jóvenes	SI	SI	SI	SI						
32	Proximidad a vías de comunicación interiores		SI	SI	SI	SI	SI				
33	Proximidad a vías de comunicación «exteriores»	SI	SI	SI	SI						
34	Viviendas de construcción «perecedera»						SI	SI	SI	SI	
35	Viviendas de construcción «sólida»	SI	SI	SI	SI	SI					
36	Unidades de producción	SI	SI	SI	SI						
37	Estructuras de almacenamiento				SI	SI	SI	SI			
38	«Acequias», acondicionamiento de depósitos, etc.	SI	SI	SI	SI						
39	Estructuras defensivas «sencillas»	SI	SI	SI	SI						
40	«Urbanismo», estructuras defensivas «complejas»	SI	SI	SI							
41	Estructuras «religiosas» sencillas				SI	SI	SI	SI	SI		
42	Estructuras religioso-funerarias excavadas		SI	SI	SI	SI					
43	«Tholoi», sepulcros de corredor «complejos»	SI	SI	SI	SI	SI					
44	Necrópolis			SI	SI	SI	SI	SI			
45	Sepulturas estructuralmente individualizadas	SI	SI	SI							
46	Manifestaciones artísticas				SI	SI	SI	SI	SI		

numérico positivo, si es afirmativa, cuyo tope es 5. A la respuesta negativa le corresponde un valor precedido del signo aritmético «menos» (—) y también con el número 5 como tope más absoluto de esa negación. Los valores que se acerquen hasta 0, ya sean positivos o negativos, se conceden como valoración difusa o imprecisa de la respuesta a la pregunta.

El valor «cero» se le proporciona al Ordenador cuando no tenemos respuesta o cuando no interesa darla porque la pregunta, pensemos, no es significativa. Evidentemente cuanto mayor sea el número del «no sabe/no contesta», menor será el valor de la probabilidad con la que la computadora nos clasificará el Grado y Nivel de la economía del Yacimiento que estudiamos.

Digamos a este respecto, que incluso se ha previsto la posibilidad de que se nos informe desde la máquina de la inviabilidad de realizar los cálculos necesarios para convertir en fiable la respuesta.

Esa respuesta se nos ofrece como un hecho de valor probabilístico, es decir como la posibilidad «cero» (que no ocurra nunca), o como posibilidad «uno» (que ocurra siempre). En medio de ambos valores se producirán resultados que representan la menor o mayor «incertidumbre» según se vayan alejando de «uno» y acercándose a «cero», respectivamente.

Informáticamente hablando, la «Base de Conocimientos» es de tipo heurístico, es decir se trata de una estructura sistemática puesta a punto por un «ingeniero del conocimiento» (2), que ha incorporado a cada uno de los objetivos propuestos por nosotros (grados y niveles), las respuestas heurísticas, o apoyadas en la experiencia o conocimiento empírico, que se habían obtenido de las Bases de Datos de ARXEOS. Este tipo de razonamientos no garantiza un resultado seguro, pero la mecánica de su funcionamiento es lo suficientemente fiable y «aséptica» como para poderse aceptar los resultados, máxime si se tiene en cuenta que no se generalizan las posibilidades de la existencia de cada uno de los «grados» y correspondientes «niveles» económicos, sino que se establecen barreras estadísticas, basadas en el conocimiento comparativo de la realidad arqueológica de los Yacimientos de la Edad del Bronce y de sus contenidos materiales y culturales.

Todo lo anteriormente dicho, arroja un cuadro-soporte para los cálculos del «Experto», que se configura de la siguiente manera:

- Cada «grado-nivel» de los propuestos, se ha supuesto porcentualmente presente, en su «probabilidad por la hipótesis» de que se diera en el período Cultural que estudiamos, de forma cuantitativamente inversa, o lo que es lo mismo, que hay menos Yacimientos «muy ricos» que Yacimientos «muy pobres».
- Hemos supuesto (tras un contraste estadístico) que cada uno de esos «grado-nivel» tiene como características algunas de las actividades, consideradas como variables en el algoritmo del motor de inferencia, de la lista-tipo, y que están representadas en el Yacimiento por actos o artefactos.

(2) Los conocimientos de la Lógica Matemática y la paciencia que posee Amador M. González han resultado fundamentales para el desarrollo del «Sistema Experto» del que ahora hablamos y para soportarnos a nosotros y a nuestras «inquietudes» sobre la Economía del Pasado, respectivamente. Gracias también.

- Hemos atribuido a cada característica la representatividad de su «grado-nivel» con un valor probabilístico, ente 0 y 1, de menor a mayor certidumbre.
- Hemos, por último, considerado también la probabilidad entre 0 y 1, de que pese a aparecer la característica en el conjunto ergológico del Yacimiento, no represente con total certeza al «grado-nivel» atribuido, es decir hemos introducido un valor de incertidumbre en el conjunto del cálculo, para ajustarse a la fórmula Bayesiana.

Las razones que nos han movido a elegir esas preguntas, como «variables» características de la economía del III milenio de la Península Ibérica, son muy diversas, pero se comprenderá mejor su presencia en el «cuestionario», si las justificamos vinculando a cada pregunta la actividad económica o económico/social que puede representar, y, sobre todo, los baremos y valores (Tabla 2) que las hacen característicamente representativas, «per se», de uno u otro grado de la economía de ese momento cultural, «por estar» y «pese a estar».

Dicho esto, la «representatividad» asignada a cada «variable» y su correspondencia a un determinado grado y nivel económico de nuestro «modelo analítico», (que confiamos se acerque bastante más a la realidad supuesta que al patrón teórico, según vaya pasando el tiempo y podamos aplicarlo a más Yacimientos excavados) quedaría de la siguiente forma:

1. UTILES PARA LA SEMENTERA: hachas, azuelas, rejonos, etc..., de piedra pulimentada.

Las hachas y azuelas de piedra pulimentada son objetos cuya presencia, bastante frecuente en los yacimientos peninsulares de comienzos de la Edad del Bronce, particularmente en los de carácter funerario, se pueden relacionar generalmente con la práctica de la agricultura, y más en concreto con el primer trabajo que se realiza: la remoción del suelo para la siembra. Esto no excluye, sin embargo, el hecho de que hayan servido también, o en algunos casos quizá únicamente, para desarrollar otro tipo de actividades, como las relacionadas con la explotación de los recursos forestales, y, en general, para el trabajo de la madera, así como para la extracción de determinadas materias primas.

No obstante, la frecuencia con que aparecen asociadas a otros tipos de útiles, vinculados como ellas a las labores agrícolas —como los propios rejonos—, y en yacimientos cuyo entorno es favorable en mayor o menor medida para la agricultura, no las hacen más que especialmente representativas de un grado de desarrollo económico bajo, caracterizado por la dedicación a las actividades destinadas a cubrir necesidades primarias. Su presencia en yacimientos de economía más desarrollada no es representativa, puesto que en estos casos, la producción de alimentos no es una actividad característica de dicho nivel de desarrollo.

2. UTILES PARA LA SIEGA: Piezas líticas denticuladas

Las características de los útiles denticulados de piedra tallada —entre los que se encuentran piezas de distintos tipos y dimensiones— indican que su función es cortar materias fibrosas, es decir, segar, por lo que, en principio, su presencia podría relacionarse tanto con

Tabla 2

VALORES DE LA «PROBABILIDAD POR LA HIPOTESIS» DE LAS VARIABLES

NUM.	VARIABLE	S.1A N.1A	S.1M N.1M	S.1B N.1B	S.2A N.2A	S.2M N.2M	S.2B N.2B	S.3A N.3A	S.3M N.3M	S.3B N.3B	S.4S N.4S
01	Útiles para la sementera							1.00 0.30	0.95 0.40	0.80 0.45	
02	Útiles para la siega						1.00 0.10	0.99 0.20	0.80 0.30	0.35 0.40	0.60 0.45
03	Útiles de molinenda				0.80 0.50	1.00 0.05	0.95 0.10	0.90 0.20	0.70 0.30		
04	Utillaje de piedra tallada «variado»				0.90 0.15	1.00 0.05	0.85 0.20	0.70 0.35	0.65 0.40		
05	Utillaje óseo «variado»				0.80 0.15	0.95 0.10	1.00 0.05	0.75 0.20	0.60 0.30		
06	Útiles de barro cocido			0.85 0.20	0.95 0.15	1.00 0.10	0.70 0.25	0.60 0.35			
07	Útiles de minería						0.70 0.35	0.85 0.25	0.90 0.10	1.00 0.05	0.60 0.40
08	Escorias de fundición, «goras», toberas, etc.		0.90 0.20	0.95 0.10	1.00 0.05	0.80 0.25	0.70 0.35				
09	Moldes de fundición		0.95 0.20	1.00 0.10	0.80 0.25	0.70 0.35					
10	Útiles de metal	0.85 0.20	1.00 0.05	0.95 0.10	0.80 0.25	0.70 0.40					
11	Armas de piedra tallada	0.80 0.25	0.85 0.15	0.95 0.10	1.00 0.05	0.70 0.35					
12	Armas de metal	1.00 0.05	0.90 0.10	0.85 0.20	0.80 0.30						
13	Objetos de adorno de materiales varios		0.90 0.15	0.95 0.10	1.00 0.05	0.80 0.30	0.75 0.40				
14	Adornos personales de cobre	1.00 0.05	0.95 0.20	0.90 0.25	0.75 0.30						
15	Adornos de metales nobles	1.00 0.05	0.90 0.15	0.80 0.30							
16	«Vajillas» cerámicas		0.90 0.15	0.95 0.10	1.00 0.05	0.75 0.20	0.65 0.30				
17	Cerámica «campaniforme»		0.95 0.15	1.00 0.10	0.90 0.20	0.75 0.30					
18	Cerámica suaviaria «no campaniforme»	1.00 0.05	0.95 0.10	0.80 0.20	0.70 0.35						
19	Objetos suntuarios de piedra/hueso		0.90 0.15	0.85 0.25							
20	Objetos «fuera de contexto»	0.90 0.20	0.95 0.15	1.00 0.10	0.85 0.25	0.75 0.30					
21	Objetos «exóticos»	1.00 0.05	0.90 0.10	0.80 0.25	0.75 0.35	0.65 0.40					
22	Ídolos u objetos sagrados		0.90 0.20	0.95 0.15	1.00 0.10	0.85 0.25	0.70 0.35				
23	Frutos y semillas silvestres								0.80 0.30	0.90 0.10	1.00 0.05

Tabla 2 (continuación)

NUM.	VARIABLE	S.1A N.1A	S.1M N.1M	S.1B N.1B	S.2A N.2A	S.2M N.2M	S.2B N.2B	S.3A N.3A	S.3M N.3M	S.3B N.3B	S.4S N.4S
24	Cordelería y estertería.....					0.85 0.40	0.90 0.20	1.00 0.10	0.95 0.25		
25	«Carpintería» o restos de madera de construcción .				0.80 0.35	0.90 0.20	1.00 0.10	0.65 0.40			
26	Consumo de moluscos.....								0.80 0.30	0.95 0.10	1.00 0.05
27	Práctica de la pesca.....								0.90 0.15	1.00 0.05	0.70 0.40
28	Práctica de la caza menor.....							0.80 0.25	1.00 0.10	0.95 0.15	0.70 0.35
29	Práctica de la caza mayor.....							0.80 0.30			
30	Consumo de carne de animales domésticos.....		0.90 0.20	0.95 0.10	1.00 0.05	0.75 0.40			0.80 0.30		
31	Consumo de animales domésticos jóvenes.....	1.00 0.05	0.90 0.20	0.85 0.25	0.75 0.40	0.90 0.25	0.95 0.20	1.00 0.10			
32	Proximidad a vías de comunicación interiores.....		0.85 0.20	0.90 0.10	1.00 0.05	0.80 0.25	0.70 0.40				
33	Proximidad a vías de comunicación «exteriores».....	1.00 0.05	0.95 0.10	0.90 0.15	0.85 0.25						
34	Viviendas de construcción «perecedera».....						0.85 0.30	0.95 0.20	1.00 0.10	0.90 0.25	
35	Viviendas de construcción «sólida».....	0.80 0.30	0.90 0.25	0.95 0.10	1.00 0.05	0.75 0.40					
36	Unidades de producción.....	1.00 0.10	0.95 0.20	0.85 0.35	0.70 0.45						
37	Estructuras de almacenamiento.....				0.90 0.25	1.00 0.10	0.85 0.30	0.70 0.40			
38	«Acequias», acondicionamiento de depósitos, etc. .	0.90 0.20	0.95 0.15	1.00 0.10	0.95 0.30						
39	Estructuras defensivas «sencillas».....	0.80 0.30	0.90 0.20	1.00 0.10	0.75 0.25						
40	«Urbanismo», estructuras defensivas «complejas».....	1.00 0.05	0.90 0.15	0.80 0.25							
41	Estructuras «religiosas» sencillas.....				0.75 0.30	0.80 0.25	0.90 0.15	1.00 0.05	0.70 0.40		
42	Estructuras religioso-funerarias excavadas.....		0.80 0.25	0.90 0.15	1.00 0.10	0.70 0.40					
43	«Tholoi», sepulcros de corredor «complejos».....	1.00 0.05	0.95 0.10	0.90 0.20	0.80 0.30	0.70 0.45					
44	Necrópolis.....			0.95 0.10	1.00 0.05	0.90 0.15	0.85 0.20	0.70 0.35			
45	Sepulturas estructuralmente individualizadas.....	0.90 0.15	1.00 0.10	0.85 0.20					0.80 0.25		
46	Manifestaciones artísticas.....				0.75 0.40	0.85 0.20	1.00 0.10	0.90 0.15			

la recolección de plantas silvestres especialmente útiles, como con la cosecha de plantas cultivadas. No obstante, al igual que en el caso anterior, su frecuente asociación a elementos relacionados con la actividad agrícola (útiles para la sementera, oferta del entorno, útiles para la molienda, etc...), los hacen especialmente representativos de la agricultura, y concretamente de los grados económicos en que esta actividad se encuentra ya más desarrollada, puesto que son el testimonio de que la producción ha alcanzado un nivel tal, que la recogida de sus frutos es una actividad importante, a juzgar por la presencia del utillaje apropiado para realizarla.

Por todo ello estos objetos —de los que contamos con abundantes ejemplos tanto en lugares de ocupación como funerarios— son especialmente representativos del tercer Grado de desarrollo económico de nuestra escala, caracterizado fundamentalmente, como ya hemos señalado, por el desempeño de actividades destinadas a la producción de materias primas de primera necesidad, disminuyendo dicha representatividad a medida que la economía es más desarrollada, es decir, cuando la producción, aun siendo una actividad importante, no es sin embargo básica en el sistema.

3. **UTILES DE MOLIENDA:** molederas, machacadores, etc...

La transformación por molturación de productos vegetales es una actividad que, evidentemente, puede realizarse tanto con productos silvestres como cultivados. Ahora bien, como en el caso del utillaje para la sementera y para la siega, los útiles de molienda generalmente están asociados a otras evidencias de actividades agrícolas, poniendo de manifiesto que el grado de desarrollo de las mismas permite que el consumo de productos cultivados convenientemente elaborados, forme parte habitualmente del sistema de abastecimiento del grupo.

Así pues, consideramos que la presencia de molederas, machacadores, etc. es especialmente representativa de un estadio de desarrollo económico en el que, estando cubiertas las necesidades primarias por las actividades de producción, el grupo en cuestión puede invertir tiempo y trabajo en lo que ya se pueden considerar «actividades industriales» (Grado 2 de nuestra escala), destinadas básicamente al consumo doméstico, e incluso, si la frecuencia de aparición de este utillaje de transformación es alta, podría pensarse en una transformación del «excedente de producción» destinada al intercambio o al abastecimiento de grupos más desarrollados.

4. **UTILLAJE DE PIEDRA TALLADA «VARIADO»:** perforadores, raspadores, raederas, cuchillos, laminillas, hojas, etc...

La variada tipología del utillaje lítico presente en los yacimientos peninsulares del III milenio es indicativa «per se» de la multiplicidad de actividades desempeñadas por quienes lo utilizaron, puesto que la morfología de cada tipo de objetos indica una funcionalidad específica de los mismos. Muy posiblemente esas actividades fueron la manufactura de objetos

de madera, hueso, cuero, etc., y en consecuencia la fabricación de un repertorio «variado» de utillaje.

La presencia pues de ese utillaje variado, testimonio de la fabricación y uso de un equipo material, indicativo a su vez del desarrollo de una amplia gama de actividades, es especialmente representativa de un grado de desarrollo económico medio (Grado 2 de la escala propuesta), caracterizado fundamentalmente por la actividad industrial antes mencionada. Evidentemente su representatividad disminuye por lo que respecta a los grados de desarrollo económico más bajos, donde su frecuencia de aparición suele ser menor y también más restringida la variedad tipológica, y en los que las actividades de manufactura no son tan relevantes, al tiempo que en los grados más altos tampoco sería muy significativa su presencia, puesto que están más vinculados al sector «producción» que al sector «consumo».

5. UTILLAJE OSEO «VARIADO»: Punzones, espátulas, agujas de base perforada, biapuntadas, etc...

El conjunto de útiles fabricados sobre hueso, presente en los yacimientos peninsulares de la época que nos ocupa, pone de manifiesto también la diversidad de actividades relacionadas con el mismo, dada la diferente funcionalidad de cada uno de estos útiles, tratándose en general de piezas relacionables con la fabricación de tejidos, cestos, cuerdas, esteras, etc..., así como con el trabajo del cuero; es decir, se trata de objetos destinados a la manufactura de otros útiles, por lo que su presencia es un testimonio directo del desarrollo de las actividades industriales encaminadas al abastecimiento del grupo y, en algunos casos posiblemente incluso también destinadas al intercambio de productos manufacturados. Ahora bien, a diferencia del utillaje lítico, generalmente fabricado en sílex, materia prima que no se encuentra con la misma facilidad en todas las regiones de la Península Ibérica, los útiles fabricados sobre hueso ponen de manifiesto la utilización de una materia prima más fácilmente accesible, pues tanto la caza como el ganado permiten obtenerla.

Por todo ello, aun teniendo en cuenta que, como en el caso de la industria lítica, la presencia de un utillaje óseo variado es representativa del grado de desarrollo caracterizado por la importancia que adquieren las actividades de manufactura en la economía del grupo (Grado 2), sin embargo consideramos que alcanza su máxima representatividad en un nivel ligeramente más bajo de desarrollo que en el caso de utillaje lítico, dada la utilización de una materia prima más asequible, siendo su representatividad menor tanto en estadios más bajos como más altos de desarrollo económico, por las mismas razones expuestas cuando nos referimos a los útiles de piedra tallada.

6. ÚTILES DE BARRO COCIDO: Vasos «coladores», «pesas de telar», «morillos», placas de barro, soportes, etc...

La funcionalidad de este tipo de objetos no siempre resulta fácil de identificar, ya que su propia morfología puede indicar su posible utilización para usos diferentes. Tal es el caso

de los denominados «vasos coladores», tradicionalmente relacionados con la fabricación de productos derivados de la leche, pero que pueden relacionarse también con la elaboración de «infusiones» con distintos fines, como bebidas medicinales, etc.; así mismo, las denominadas «pesas de telar», en función de su tamaño, peso, etc. tal vez, en algunos casos, tuvieran más relación con la cordelería que con la propia fabricación de telas.

Ahora bien, lo cierto es que estos útiles de barro cocido están relacionados, en cualquier caso, con actividades industriales, ya sean la transformación de productos lácteos o la elaboración de determinados líquidos, la manufactura de cuerdas y cordeles o la fabricación de tejidos de distintas calidades y por tanto de distintas finalidades; por ello, su presencia resulta muy representativa en la economía de aquellos grupos cuyo grado de desarrollo se debe fundamentalmente a su dedicación a las actividades que, en terminología actual, consideraríamos propias del «sector secundario», siendo por tanto especialmente representativos del grado medio de nuestra escala (Grado 2), y siendo menor su representatividad en los estadios de desarrollo económico, tanto inferiores como más elevados, por las mismas razones expuestas al tratar de otros conjuntos de utillaje, como el lítico o el óseo, cuya variedad tipológica indica una especialización, ya sea en el ámbito meramente doméstico, con el que bien pueden relacionarse en el caso a que nos referimos los «morillos» y los soportes para vasos cerámicos, o ya sea con una finalidad industrial, entendida en un sentido amplio del término.

7. UTILES DE MINERIA: Mazas, escoplos, etc...

La extracción de materias primas, concretamente la minería, es una actividad claramente representativa del «sector primario», y, por tanto, típica de grupos cuya economía depende de la inversión de una parte de su tiempo y su trabajo en actividades que, aun no permitiéndoles directamente cubrir sus necesidades primarias (alimentación, vestido, vivienda), sin embargo les proporcionan recursos para ello.

Se trata por tanto de una actividad representada, en el caso que nos ocupa, por un utillaje cuya presencia en yacimientos próximos a explotaciones mineras, o incluso en las propias minas, y desempeñada generalmente por gentes que cambian su trabajo —convirtiéndose en mano de obra al servicio de otros—, o el producto del mismo —el mineral extraído—, por otra clase de recursos que les son más necesarios, lo que hace que este tipo de útiles sea fundamentalmente representativo de un grado bajo de desarrollo económico, es decir, de una economía en la que las necesidades básicas no están totalmente cubiertas, aunque el grupo practique otras actividades de producción (agricultura, ganadería), lo que indirectamente indica que éstas tampoco están bien desarrolladas.

8. ESCORIAS DE FUNDICION, «GOTAS», TOBERAS, etc...

La presentación tanto de útiles (crisoles, hornos, toberas) como de restos de fundición (escoria, gotas de cobre) son evidencias materiales y directas de la actividad metalúrgica, en

sus distintos aspectos: transformación del mineral, fundición y fabricación de objetos. Como ya hemos señalado, consideramos que las actividades de transformación y manufactura caracterizan a un grado medio de desarrollo económico, nuestro Grado 2; ahora bien, teniendo en cuenta el grado de especialización que representa este tipo de manufacturas, en tanto que requieren la obtención de una materia prima menos accesible que otras (como la piedra o el hueso), una tecnología específica y la disponibilidad de otros recursos, como el combustible, consideramos que todo ello hace que esta actividad sea especialmente representativa del nivel más alto de ese grado medio, y aunque en menor medida, sea también significativa su presencia de un grado alto de desarrollo económico, dado que no ha sido constatada en todos los yacimientos conocidos que, por otras razones denotan ese nivel de desarrollo, sino sólo en algunos (Los Millares, Vilanova de San Pedro).

No obstante, las evidencias arqueológicas indican que la metalurgia también formó parte de las actividades de grupos de más bajo estadio de desarrollo (yacimiento de El Ventorro), aunque siempre situados en la zona media de nuestra escala, si bien no como elemento fundamental de su sistema económico.

9. MOLDES DE FUNDICION

Si la actividad metalúrgica denota una especialización, la utilización de moldes, aunque se trate solamente de hachas planas, demuestra un desarrollo tecnológico aún mayor, lo que hace que su presencia sea claramente representativa de un estadio de desarrollo económico más elevado que el caracterizado por una metalurgia tecnológicamente más sencilla, es decir, de un grado económico alto. Este hecho se ve confirmado por la presencia, muy escasa siempre, de moldes de fundición en yacimientos que, por otros motivos, denotan los más altos niveles de desarrollo económico, si bien la aparición de este tipo de útiles en otros de economía menos desarrollada (Las Pozas), pone de manifiesto que la fabricación de objetos metálicos a molde fue también practicada por grupos económicamente menos importantes, pero siempre como algo prácticamente esporádico en el conjunto de actividades de su sistema económico.

10. UTILES DE METAL: Punzones, leznas, hachas planas, sierras, anzuelos, cuchillos curvos, etc...

Resultaría demasiado extenso enumerar aquí los ejemplos de este tipo de objetos conocidos en la Península, y que han aparecido tanto en lugares de habitación como funerarios. No obstante, en relación con el número de yacimientos localizados, el conjunto de útiles metálicos, cuyas características indican que estuvieron destinados diversas funciones —cortar, serrar, perforar, pescar, etc.— no es muy abundante en los yacimientos peninsulares del III milenio, pero su presencia puede considerarse, por una parte, como un índice del desarrollo tecnológico y de las actividades manufactureras y, por otra, como un «indicador económico»

de la mayor capacidad adquisitiva de aquellos que los pueden obtener y utilizar frente a los grupos que sólo disponen de utillaje lítico u óseo. Por tanto, su presencia es particularmente representativa de un grado económico alto, si bien en el estadio más elevado su aparición es menos representativa —por ser frecuente— de lo que resulta en niveles y grados de desarrollo menos elevados.

11. ARMAS DE PIEDRA TALLADA: puntas de flecha, puñales, alabardas

Esta clase de objetos parecen relacionados generalmente con las actividades cinegéticas, especialmente las puntas de flecha, cuyo repertorio morfológico es muy variado: puntas triangulares de base rectilínea, de base cóncava, romboidales, de pedúnculo y aletas, etc... No obstante, no se puede excluir la posibilidad de que formasen parte de la panoplia de los guerreros de la época, sobre todo en el caso de los puñales y alabardas, armas cuya escasa frecuencia de aparición contrasta con la de las puntas de flecha.

La presencia de estos objetos, tanto cuantitativa como cualitativamente —número y variedad del repertorio tipológico representados—, está generalmente relacionada con una serie de evidencias arqueológicas que nos llevan a considerar este tipo de objetos como representativos de un grado económico medio (Grado 2) desarrollado, habida cuenta además de que sus características y la mencionada variedad de tipos, en el caso de las puntas de flecha, indican un buen nivel de desarrollo tecnológico; su aparición es también relativamente frecuente en yacimientos que denotan un nivel económico más alto; aunque evidentemente, su representatividad disminuye respecto a esos niveles de desarrollo, pues en ellos su presencia no resulta tan significativa.

12. ARMAS DE METAL: Puñales triangulares, puñales de lengüeta, puntas de Palmela, puntas foliáceas, puntas de pedúnculo y aletas

Como en el caso de los útiles metálicos, este conjunto de objetos, presentes en muchos yacimientos peninsulares, especialmente funerarios, aunque generalmente con una baja frecuencia de aparición, pone de manifiesto el disfrute de un mayor poder adquisitivo por parte de los grupos que pudieron poseerlos y utilizarlos. Su presencia indica un desarrollo económico más alto, incluso, que el de los grupos que poseen útiles metálicos, pues habida cuenta de las características de los yacimientos en que aparecen —especial y significativamente sepulturas claramente diferenciadas de la más comunes—, todo parece indicar que las armas de metal pudieron considerarse como «items de prestigio», independientemente de que se utilizasen sólo para la guerra, como armas «de parada» o también para las actividades cinegéticas. Por todo ello, es evidentemente que son fundamentalmente representativas de los grupos económicamente más desarrollados, es decir del grado más elevado de desarrollo económico de nuestra escala.

13. OBJETOS DE ADORNO DE MATERIALES VARIOS: Cuentas de collar, colgantes, separadores, brazaletes, conchas perforadas, agujas, botones, etc...

La presencia de este conjunto de objetos indica un estadio económico en el cual, estando cubiertas las necesidades primarias, se pueden detraer tiempo y esfuerzo para su manufactura, o bien se pueden emplear parte de los recursos disponibles en su adquisición. Por ello, aunque con cierta frecuencia están presentes en yacimientos cuyas características indican su correspondencia a grupos de economía poco desarrollada (Grado 3), no constituyen sin embargo un rasgo significativo en ese nivel económico bajo, sino que resultan especialmente representativos de un estadio de desarrollo no excesivamente elevado, puesto que las materias primas en que están fabricados estos adornos son accesibles en mayor o menor medida, pero sí lo suficientemente alto como para poder destinar parte de los recursos a la adquisición de lo que actualmente ya calificaríamos como «bienes de consumo». Este hecho queda confirmado por la frecuente aparición de este tipo de adornos en yacimientos en los que hay también testimonios del desarrollo de las actividades de producción, transformación, manufactura, etc..., o bien otras evidencias, a las que nos referimos más adelante, relacionadas con su ubicación, la arquitectura, etc...

Por todo ello, o por algunas de estas razones, esos yacimientos corresponden a un grado económico medio, y en los mismos estos objetos de adorno están presentes generalmente en mayor cantidad que en yacimientos que testimonian una economía menos desarrollada, siendo frecuentemente también de mayor calidad.

Evidentemente, en los niveles altos de desarrollo económico, no resultan especialmente significativos, pues serían objetos de uso común para las gentes económicamente más desarrolladas.

14. ADORNOS PERSONALES DE COBRE: Cuentas de collar, agujas de cabeza decorada, etc...

Los objetos de adorno personal fabricados en cobre realmente escasos en proporción con el gran número de yacimientos peninsulares pertenecientes al III milenio, y su presencia pone de manifiesto por una parte, que la metalurgia se había convertido en una actividad capaz de cubrir la demanda no sólo de utillaje y armamento, sino también de «bienes de consumo», lo que implica a su vez que el uso de objetos de metal para algunos grupos era, si no habitual al menos sí fácilmente accesible.

Por otra parte, ello indica que algunos grupos de población habían adquirido un grado de desarrollo económico que permitía la existencia de dicha demanda y el control de las fuentes de suministro de la materia prima correspondiente. Así pues, teniendo en cuenta que generalmente este tipo de objetos se encuentra en yacimientos, de habitación o funerarios, que por diferentes motivos representan el más alto grado de desarrollo, y que ni siquiera en éstos su presencia se puede considerar como frecuente, hemos de incluir los adornos de cobre entre los materiales arqueológicos representativos fundamentalmente del nivel más elevado de de-

sarrollo, si bien teniendo en cuenta que tienen también cierta representatividad en niveles económicamente más bajos precisamente porque su esporádica aparición inclina a pensar que su posesión debió ser un índice de prestigio.

15. ADORNOS DE METALES NOBLES: Tubitos, diademas, cintas, placas, cápsulas, etc...

Las piezas de orfebrería, objetos de lujo en sí mismas, también son numéricamente escasas en el III milenio peninsular e incluso su presencia se puede considerar esporádica en el caso de los objetos de plata. Se trata pues generalmente de objetos de oro, de los que han llegado hasta nosotros preferentemente los que fueron depositados como ajuares funerarios y, pese a que los yacimientos auríferos son relativamente abundantes en la Península y a que, tecnológicamente, la orfebrería del III milenio no presenta un nivel demasiado desarrollado, sin embargo los adornos de oro aparecen como claros «ítems de prestigio», asociados casi sistemáticamente a otras evidencias arqueológicas que indican un alto grado de desarrollo económico, en el caso de los lugares de ocupación, o una clara diferenciación social, en el caso de los ajuares funerarios. Por todo ello los consideramos como típicamente representativos del Grado 1, es decir, del grado económico más elevado de nuestra escala.

16. «VAJILLAS» CERAMICAS: Cuencos (esferoides, elipsoides, etc.), vasos ovoides, vasos carenados, fuentes de carena baja, platos de borde almendrado, ollas vasos de paredes verticales, etc...

Entendemos por «vajilla» cerámica el conjunto de vasos en el cual se observa un repertorio de formas variado, indicativo tanto de una tecnología desarrollada como de la adecuación de los recipientes cerámicos a diferentes funciones. Su presencia es por tanto fundamentalmente representativa del grado económico caracterizado por el desarrollo de las actividades de producción industrial (Grado 2), y especialmente del nivel más alto de desarrollo dentro de ese grado, pues supone el uso habitual de la propia producción especializada.

Evidentemente esa representatividad es menor por lo que se refiere tanto a los niveles más bajos del Grado 2, caracterizados más por las actividades de producción y manufactura que por el «consumo», como con respecto al grado de desarrollo económico más elevado, puesto que el uso de recipientes y vasos de formas variadas adecuadas a las distintas necesidades domésticas, industriales, etc. es frecuente y en consecuencia poco significativo.

17. CERAMICA «CAMPANIFORME»: Vasos, cuencos, cazuelas, copas con decoración incisa, impresa, mixta o lisos

Se trata de un «fósil» escaso, en el sentido de que su frecuencia de representación en los yacimientos es generalmente baja, pero frecuente —ya que son bastantes los casos en que

se detecta su aparición—, con una dilatada cronología y una gran dispersión geográfica. En función de las características de los yacimientos en que se encuentra, asentamientos y, más frecuentemente, lugares funerarios, se observa cómo la cerámica campaniforme no fue «patrimonio exclusivo» de los grupos situados en un determinado estadio de desarrollo económico, pues aparece tanto en monumentos megalíticos de arquitectura sencilla y ajuares formados por materiales de uso común— de los que podríamos citar una larga serie de ejemplos—, como en asentamientos con un complejo sistema de fortificación, materiales importados, metalurgia desarrollada, necrópolis, etc., como es el caso de Los Millares, si bien se puede observar que la frecuencia de aparición y la calidad de las piezas aumentan en proporción directa al incremento del desarrollo económico.

Por todo lo expuesto consideramos que este particular tipo de cerámica es especialmente representativo del grado económico alto, en el que constituye uno más de los elementos que caracterizan ese estadio de desarrollo económico, pero tampoco en este caso creemos que deba considerarse fundamentalmente representativo del nivel más alto de ese Grado 1, puesto que, como sucede con otros «ítems» que denotan un elevado status económico, a partir de un determinado nivel de desarrollo la presencia de cerámica campaniforme es frecuente y por tanto menos representativa.

18. **CERAMICA Suntuaria «NO Campaniforme»:** «copos canelados», vasos con decoración de «folha de acacia», «crucífera», incisa geométrica, simbólica, etc...

Este tipo de cerámicas decoradas, generalmente incisas e impresas pero en ocasiones también pintadas, de cuya decoración forman parte tanto motivos geométricos como figurados, son un elemento muy característico de las dos áreas geográficas de la Península Ibérica donde el Bronce Inicial tuvo un desarrollo particular: el sureste y la desembocadura del Tago. No obstante, aún en esas áreas su presencia es numéricamente escasa, lo que indica que no se trata de materiales de uso común, al tiempo que esa presencia se detecta sistemáticamente en yacimientos en los que confluyen varios factores que llevan a considerarlos como exponentes del grado económico más alto, lo que nos lleva a considerar estas cerámicas como objetos de lujo representativos del más elevado nivel de desarrollo.

19. **Objetos Suntuarios de Piedra/Hueso:** Vasos de piedra, «pixides» de hueso, placas, tubitos, etc...

Estos objetos, tan escasos como las cerámicas a que nos acabamos de referir, están presentes casi sistemáticamente en lugares que, por idénticas razones que en el caso anterior, denotan un alto grado de desarrollo económico, al tiempo que, por sí mismos y también como dichas cerámicas, son indicativos de la existencia de grupos sociales con un poder adquisitivo suficientemente alto como para permitirles poseer unos bienes cuyo disfrute consiste en el hecho mismo de poseerlos, pues, a diferencia de los objetos de adorno personal, no se trata

tanto de objetos de exhibición individual como de bienes cuya adquisición y uso confieren un prestigio a quien los posee.

Por todo ello consideramos la presencia de estos objetos «suntuarios» básicamente representativa del estadios más elevado de la escala económica (Grado 1), y en consecuencia consideramos también que su representatividad disminuye respecto a niveles más bajos de desarrollo pues su aparición en estos casos, por poco frecuente o incluso esporádica, resulta poco significativa.

20. OBJETOS «FUERA DE CONTEXTO»

Consideramos materiales «fuera de contexto» aquellos que, procedentes de otras áreas o complejos culturales distintos a aquellos en los que se inscribe un determinado yacimiento, aparecen en él, representando la existencia de unos sistemas de intercambio locales o inter-regionales. Ahora bien, no nos referimos aquí al intercambio de materias primas o de productos de primera necesidad, sino al de una clase de objetos que se pueden considerar como «bienes de consumo» —ídolos, cuentas de collar, cerámicas decoradas, conchas perforadas, brazaletes, etc.—, cuya presencia indica un grado de desarrollo económico que permite la adquisición de bienes no necesarios, a los que presumiblemente se les otorga mayor valor o una consideración especial respecto a los de fabricación local. Estos objetos, por tanto, son representativos «per se» de un alto grado económico (nuestro Grado 1), hecho que se puede confirmar por su aparición generalmente en yacimientos que por diversas razones se encuadran en los lugares más altos de la escala de desarrollo económico.

21. OBJETOS «EXOTICOS»: Objetos de marfil, ámbar, cáscara de huevo de avestruz

Es evidente que la presencia en la Península Ibérica de objetos fabricados sobre materiales exóticos es el mejor testimonio de la existencia de una relaciones directas con complejos culturales extrapeninsulares, pero también lo es, en función de las características de esos objetos, de la frecuencia con que se encuentran y de los rasgos de los yacimientos en que aparecen, que dichas relaciones solamente tuvieron lugar en casos muy concretos, casos que coinciden con la existencia de yacimientos que alcanzaron los más altos niveles de desarrollo económico.

Así pues, teniendo en cuenta por una parte que los objetos fabricados sobre materias primas importadas son o bien adornos personales, tales como cuentas de collar, botones, colgantes, peines, o bien objetos «suntuarios», como las píxides, u objetos de significado muy especial, como los ídolos, y por otra parte que su frecuencia de aparición siempre es baja, lo que indica el alto poder adquisitivo necesario para su tenencia, y teniendo también en cuenta el hecho de que se encuentran preferentemente en yacimientos cuyas características denotan un alto grado económico, consideramos que estos objetos exóticos son muy representativos del máximo estadio de desarrollo económico, disminuyendo su representatividad, al ser mucho menos frecuentes, en proporción directa al mismo.

22. IDOLOS U OBJETOS SAGRADOS

Agrupamos bajo esta denominación a aquellos objetos cuyas características indican su relación con el mundo espiritual, bien por su propia morfología, como es el caso de los ídolos, o bien por encontrarse en contextos de carácter claramente religioso, como los vasos zoomorfos localizados en monumentos culturales (como el tholos de La Zarcita, por citar un ejemplo) o las figuritas de roedores halladas en algunos yacimientos portugueses.

Este grupo de materiales arqueológicos es muy variado tipológicamente, concretamente por lo que respecta a los ídolos, —algunos de los tipos más frecuentes en la Península Ibérica son los ídolos-placa, de tipo «sandalia», tipo «tolva», «gola», «falange», «piña», «hachiformes», antropomorfos, «báculos», «betilos»— y sus componentes presentan frecuencias de representación bien diferentes para cada tipo, tanto temporal como espacialmente considerados. En muchos casos su distribución geográfica es muy restringida, como en ocasiones lo es también su presencia numérica, apareciendo asociados a yacimientos cuyas características indican distintos grados económicos. No obstante, parecen especialmente vinculados a yacimientos y contextos cuyas características los sitúan en un grado medio de desarrollo económico, lo que nos lleva a considerarlos especialmente representativo del nivel más alto del Grado 2 de nuestra escala y menos representativos de niveles económicamente más bajos, al tiempo que su representatividad desciende también a medida que aumenta el grado económico, puesto que en los yacimientos correspondientes al grado alto su presencia es relativamente frecuente.

23. FRUTOS Y SEMILLAS SILVESTRES: Bellotas, piñones, almendras, nueces, moras, etc...

La presencia de restos de frutos comestibles indica una explotación del entorno de la forma más elemental, es decir, mediante la simple obtención directa de los alimentos, lo que implica o bien una carencia de recursos tecnológicos que permita la producción de los productos de primera necesidad, o bien que dicha producción es insuficiente para cubrir las necesidades primarias. En uno u otro caso es evidente que la sola recolección de frutos silvestres como testimonio estaría indicando el más bajo grado de desarrollo económico, y por tanto consideramos que los restos que constituyen la evidencia de esa actividad son especialmente representativos de los grados económicos más bajos (Grados 3 y 4), siendo esa representatividad menor a medida que la economía se desarrolla y las actividades de producción permiten cubrir cada vez mejor las necesidades más elementales.

24. CORDELERIA Y ESTERERIA

La manufactura textil, incluyendo la cordelería y la esterería así como los propios tejidos, representa el equipo material más elemental de cualquier grupo humano para cubrir las necesidades básicas de utillaje, acondicionamiento de las estructuras de habitación y vestido.

Dada la accesibilidad de la materia prima —ya sea mediante la recolección de plantas útiles o mediante el aprovechamiento de plantas cultivada o de la lana del ganado doméstico—, y teniendo en cuenta que las actividades textiles en el III milenio ya eran «tradicionales», en el sentido de que venían practicándose desde épocas anteriores, pensamos que la presencia de restos de cuerdas, cestos, esteras y tejidos en general, como testimonios de esa actividad, es especialmente representativa de un grado bajo de desarrollo económico (Grado 3), disminuyendo su representatividad a medida que, al desarrollarse la economía, dicha actividad pasó a ser habitual.

25. **«CARPINTERIA» O RESTOS DE MADERA DE CONSTRUCCION:** Vigas, postes, pilares, pies derechos, etc...

La utilización de vigas y maderas en la construcción de la estructuras de habitación, así como en la de los monumentos funerarios, es una característica que pone de manifiesto un cierto desarrollo de la arquitectura, ya que implica que, aunque no se ha llegado a un nivel de desarrollo de la misma en el que sean habituales las edificaciones más sólidas, a base de piedra, tapial, etc..., sin embargo se ha superado la etapa de construcción de simples cabañas o chozas. Por ello consideramos que la presencia de restos constructivos de madera de cierta envergadura en los yacimientos del Bronce Inicial de la Península Ibérica es fundamentalmente representativa de un grado económico medio (Grado 2). A partir de ese estadio de desarrollo económico, el empleo de este tipo de materiales constructivos puede considerarse como «normal», ya que la madera se utiliza sistemáticamente en la edificación de casas, monumentos megalíticos, etc...

26. **CONSUMO DE MOLUSCOS:** Conchas de moluscos terrestres y marinos

La presencia de este tipo de restos en cantidades significativas en los yacimientos indica la explotación de un recurso alimenticio fácilmente accesible mediante la práctica de una actividad, el marisqueo, típica, incluso en la actualidad, de poblaciones de muy bajo nivel de desarrollo económico, lo que nos lleva a considerarla como particularmente representativa del grado económico más bajo de la escala, es decir, del Grado 4. No obstante, la recolección de mariscos y moluscos fue practicada también por grupos más desarrollados, ya fuese ocasionalmente, es decir, como un complemento esporádico de su dieta, o de forma relativamente sistemática si el entorno era favorable, si bien en estos casos, que corresponderían por tanto a grados más elevados de desarrollo económico, la representatividad de las conchas de moluscos, como evidencia de la práctica del marisqueo, disminuye a medida que aumenta el nivel de la economía del grupo.

27. PRACTICA DE LA PESCA: Restos de peces de agua dulce y salada

La facilidad de obtención de este tipo de recurso —fluvial, lacustre o marino— hace que la práctica de esta actividad sea especialmente representativa de los grados más bajos de desarrollo económico, pero dado que hay una exigencia tecnológica más elevada que para el simple marisqueo, la pesca se puede considerar como representativa del Grado 3 de la escala económica. Su menor representatividad por lo que respecta a grados más elevados de desarrollo estriba en el hecho de que la pesca es una forma habitual de obtención de recursos alimenticios en cualquier caso en que el entorno resulte favorable.

28. PRACTICA DE LA CAZA MENOR: Restos de pequeños mamíferos, aves, etc...

La presencia de restos de caza menor indica el consumo de un recurso también fácilmente accesible, si bien requiere, como la pesca, el dominio de la tecnología adecuada, por lo que resulta especialmente representativo de un grado económico bajo (Grado 3). El desarrollo de la ganadería relegó paulatinamente el papel de la caza menor, pero, a juzgar por los datos que poseemos, sólo parcialmente, de tal manera que esta actividad cinegética fue practicada también por grupos de economía más desarrollada, si bien es cierto que en estos casos el papel y la representatividad de la caza menor en el economía son sensiblemente más bajos; por ello consideramos que dicha representatividad disminuye en relación directa al desarrollo de la producción ganadera.

29. PRACTICA DE LA CAZA MAYOR: Restos de ciervo, gamo, corzo, jabalí, etc...

La aparición de restos de animales de caza mayor testimonian la práctica de una actividad que requiere que el grupo posea un nivel tecnológico adecuado y más alto que en el caso de la caza menor, así como que pueda invertir en su captura tiempo y esfuerzo, factores que se detraerán de los dedicados a cubrir necesidades básicas. Por tanto, esta actividad cinegética es especialmente representativa de aquellos grupos que tienen las necesidades primarias cubiertas —nivel alto del Grado 2— siendo menor esa representatividad cuanto más alto sea el grado de desarrollo económico —pues esto indicaría que el grupo gozó de una mayor disponibilidad de tiempo y de recursos—, por un parte, y por otra la caza mayor tampoco resulta demasiado representativa de niveles económicos más bajos caracterizados fundamentalmente por el desarrollo de las actividades de transformación y producción.

30. CONSUMO DE CARNE DE ANIMALES DOMESTICOS: Ovicápridos, bóvidos, suidos, etc...

La evidencia material de la práctica de la ganadería la constituyen los restos óseos de los animales consumidos presentes en los yacimientos. Ahora bien, el hecho de que una po-

blación consuma parte de su producción es indicativo del desarrollo alcanzado por dicha actividad ganadera, y en consecuencia del alto nivel de desarrollo alcanzado por una economía basada principalmente en la producción. Por todo ello la presencia de restos de animales domésticos resulta especialmente representativa del tercer grado económico, caracterizado por el desarrollo de las actividades de producción, como ya hemos señalado en otras ocasiones, siendo menor su representatividad en función del desarrollo de la economía, es decir, a medida que la producción deja de ser la actividad fundamental porque otras actividades entran a formar parte del sistema, lo que supone que al aumentar el nivel de vida, el consumo de animales domésticos se convierte en una práctica frecuente.

31. CONSUMO DE ANIMALES DOMESTICOS JOVENES

Cuando entre los restos de animales domésticos consumidos aparecen restos de individuos jóvenes, nos encontramos ante una evidencia directa del alto grado de desarrollo alcanzado por la ganadería, como actividad de producción, —pues de no ser así ese consumo no se hubiese dado— y también ante la evidencia de que el grupo correspondiente ha alcanzado un nivel de desarrollo económico que le permite disponer de un recurso inasequible de forma habitual para los grupos económicamente poco desarrollados. Ambas razones nos llevan a considerar esos restos arqueológicos como un elemento claramente representativo del más alto grado de desarrollo económico (Grado 1), en tanto que son un buen indicador del total control de la producción ganadera o, en su caso, de la detección de un alto poder adquisitivo.

32. PROXIMIDAD A VIAS DE COMUNICACION «INTERIORES»: Comarcales, inter-comarcales, regionales.

La elección de un lugar estratégicamente situado en relación con el control de vías naturales de comunicación, es un hecho que resulta más o menos representativo de un grado económico u otro en función de la «categoría» de esas vías y de las actividades desarrolladas por el grupo correspondiente.

Es un hecho pues especialmente característico y representativo de un alto nivel de desarrollo dentro de un grado económico medio (Grado 2), mientras que en grados más bajos esa representatividad disminuye en función de que las «necesidades» son menores y distintas, pues no es tan necesario el control de las vías naturales de comunicación como el de territorios que permitan la producción, explotación de materias primas, etc... Al mismo tiempo, hay que tener en cuenta que, en el caso de grupos de grado económico muy elevado, no sería muy representativa la elección de este tipo de lugares estratégicamente bien situados, pues sin ello no podrían cubrir sus necesidades y por tanto no hubieran alcanzado ese nivel de desarrollo.

33. PROXIMIDAD A VIAS DE COMUNICACION «EXTERIORES»: Acceso desde o hacia el mar, comunicación con otros Complejos Culturales.

La elección de lugares desde los cuales se pueden establecer contactos con el exterior es típica, en función de los casos conocidos (Los Millares, Vilanova de S. Pedro, Zambujal), de yacimientos en los que confluyen varios elementos que indican su correspondencia al más alto grado de desarrollo económico —sistemas defensivos, materiales metálicos, objetos de oro, materiales de importación, construcciones funerarias complejas, etc.—, lo que nos lleva a considerar esta situación como claramente representativa del Grado 1 de nuestra escala.

No obstante, hay que tener presente también que, en otros casos, el control de los que en terminología actual denominaríamos «pasos de frontera», o lo que es lo mismo, el control de los puntos de comunicación con otros Complejos culturales, aparece como una de las funciones principales de determinados asentamientos, aún cuando éstos no denoten el más alto nivel de desarrollo económico; por ello esta especial localización geográfica adquiere también una relevante representatividad en el nivel alto del Grado 2 de nuestra escala.

34. VIVIENDAS DE CONSTRUCCION «PERECEDERA»: Cabañas, chozas, etc...

La existencia de unidades domésticas construidas con materiales perecederos indica que, aunque se trate de asentamientos estables, no se trata sin embargo de edificaciones en las que se hayan invertido gran cantidad de recursos, ni materiales ni tecnológicos, ya que los troncos, cañas, ramas, etc..., son fácilmente asequibles en la mayoría de las regiones de nuestro país, y la tecnología precisa para construir ese tipo de habitaciones no es demasiado compleja, máxime cuando esto era algo que venía haciéndose normalmente desde épocas muy anteriores al III milenio.

Las características de los yacimientos conocidos, como el de El Cerro de La Cervera (Madrid), por poner un ejemplo, así como otros muchos, ponen de manifiesto que este tipo de construcciones son características de grupos dedicados básicamente a actividades primarias, por lo que las consideramos especialmente representativas del tercer grado económico, si bien detectan también cierta representatividad por lo que respecta al Grado 2, representante de una economía más desarrollada, como lo demuestra su existencia en yacimientos correspondientes a grupos que alcanzaron un «status» más elevado (El Ventorro, Madrid, Cerro de la Virgen de Orce, Granada), aunque esas estructuras correspondan a momentos muy específicos de la «vida» de los mismos o se construyesen con finalidades muy concretas.

35. VIVIENDAS DE CONSTRUCCION «SOLIDA»

La construcción de viviendas con zócalos de mampostería, alzados de adobes, tapial, etc..., pone de manifiesto la inversión de unos importantes recursos (mano de obra, tiempo, materiales) y la posesión de una tecnología propios de grupos que han alcanzado un elevado desa-

rrrollo económico, es decir, que, teniendo cubiertas sus necesidades y en función de sus actividades, necesitan dar a sus asentamientos un carácter de mayor estabilidad y comodidad, y, evidentemente, no sólo lo necesitan, sino que además pueden hacerlo. Por tanto, la presencia de este tipo de construcciones es especialmente representativa de una economía desarrollada (Grado 2), como lo atestiguan yacimientos como el del Cerro de El Malagón (Granada), disminuyendo su representatividad en el momento en que el desarrollo económico pone a su vez de manifiesto que ese tipo de estructuras es el más frecuente, como es el caso de los yacimientos de grado económico alto anteriormente citados (Los Millares, Zambujal). Así mismo, su representatividad es menor cuando el desarrollo económico del grupo no «permite» que la mayoría de las viviendas tengan tales características, sino que sólo pueden construirse algunas de esa forma (La Peña de los Gitanos, Montefrío, Granada).

36. UNIDADES DE PRODUCCION

La identificación de unidades de producción —taller de sílex en el Fortín 1 de Los Millares, horno de alfar en Vilanova, talleres de fundición en Los Millares y Vilanova de S. Pedro— como consecuencia de una utilización diferencial del espacio, se detecta únicamente en yacimientos que, por distintas razones, se sitúan en el grado económico más alto, y evidentemente su presencia pone de manifiesto no sólo el desarrollo de las actividades de producción y manufactura sino también el grado de especialización alcanzado en las mismas. Evidentemente también su representatividad disminuye en relación directa al descenso dentro de la escala de grados económicos, puesto que ese nivel de desarrollo y ese grado de especialización no son característicos de grados económicos más bajos.

37. ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO

Aunque la existencia de estructuras de almacenaje podría interpretarse «per se» como indicativa de una economía desarrollada en la que se hace necesario el almacenamiento de los excedentes de producción, los productos de intercambio, etc..., sin embargo la presencia de «silos» excavados ha sido detectada preferentemente en yacimientos cuyo contexto y características sólo indican un grado económico medio (Grado 2) poco desarrollado, y por tanto es en este caso en el que estas estructuras alcanzan su mayor representatividad. Esta situación se constata en yacimientos tales como El Ventorro, el Tejar del Sastre, Cantarranas y otros localizados especialmente en las regiones interiores de la Península Ibérica, todo lo cual indica incluso que dichos «silos» son relativamente representativos de estadios de desarrollo económico bajos (Grado 3), es decir, de poblaciones dedicadas básicamente a actividades del sector primario.

38. «ACEQUIAS», ACONDICIONAMIENTO DE DEPOSITOS, etc...

La presencia de conducciones de agua (Los Millares, Cerro de la Virgen de Orce) indican un nivel tecnológico desarrollado, y por tanto la representatividad de las mismas sería máxima en un grado económico alto, en tanto que suponen no sólo la puesta en práctica de esa tecnología, sino también la existencia de una organización social capaz de controlar el buen funcionamiento de este tipo de «obras públicas». Por razones obvias, la representatividad de las estructuras hidráulicas disminuye cuanto más se incrementa el grado económico, por una parte y cuando éste disminuye, por otra, pues su presencia en ese caso sería solamente esporádica y por lo tanto poco significativa.

39. ESTRUCTURAS DEFENSIVAS «SENCILLAS»

La construcción de un sistema defensivo con un único recinto (Pedra do Ouro, La Gerundia, etc...) indica la necesidad de protección del grupo, de sus posesiones, y también la necesidad de defender el lugar que ocupa, todo lo cual indica a su vez que la presencia de sistemas de fortificación, por sencillos que sean, es representativa de un grado de desarrollo económico en el cual todos esos factores son importantes, es decir, de un estadio en el cual por una parte el «status» alcanzado exige su defensa, y por otra ese mismo «status» permite la construcción de unas estructuras sólidas pero no excesivamente complejas. Por tanto consideramos que la presencia de un sistema defensivo de las características mencionadas es representativa de un grado económico alto (Grado 1) pero no excesivamente elevado, al tiempo que, en función de las evidencias conocidas, la consideramos representativa también, pero en menor medida de un grado económico medio (Grado 2).

40. «URBANISMO», ESTRUCTURAS DEFENSIVAS «COMPLEJAS»: Varios recintos, torreones, bastiones, barbicanas, fortines exteriores.

La baja frecuencia de sistemas defensivos de este tipo, así como su sistemática coincidencia con aquellos yacimientos que, por diferentes razones corresponden al grado económico más alto (Los Millares, Vilanova de S. Pedro y Zambujal), hace que sean representativos tan sólo de ese grado (Grado 1). Ello resulta lógico si tenemos en cuenta que se trata de asentamientos cuya situación estratégica indica claramente una posición escogida en función del control de la comunicación con las regiones interiores desde las regiones periféricas, aunque la ubicación de algunos de ellos no sea costera «sensu stricto», a través de las principales vías naturales de comunicación, y si tenemos en cuenta también que el nivel de «riqueza» que ponen de manifiesto los contextos materiales de estos yacimientos es un indicador claro del alto nivel de vida de sus habitantes, destacando generalmente en gran medida su desarrollo económico respecto al de otros núcleos de habitación contemporáneos.

41. ESTRUCTURAS «RELIGIOSAS» SENCILLAS

Independientemente del tipo concreto de monumento de que se trate y de su localización geográfica, es evidente que entre las construcciones megalíticas de la Península Ibérica se pueden diferenciar dos grandes grupos: aquellas cuya morfología es «sencilla», en el sentido de que constan de escasos elementos estructurales, como es el caso de las cistas megalíticas, antas, «mamoas», dólmenes, sepulcros de corredor sencillos, túmulos colectivos no megalíticos, etc..., y aquellas otras que presentan unas características más complejas, bien por tratarse de construcciones de mampostería con cubiertas de falsa cúpula, de monumentos con túmulos excavados o semiexcavados, zócalos de mampostería y revestimientos de ortostatos, etc..., o bien por tener una planta compleja y una serie de elementos adicionales como nichos, vestíbulos, etc...

Los contextos materiales de ambas clases de monumentos son muy variados, pero no obstante se puede observar una mayor presencia de lo que tradicionalmente se han considerado «ajuares ricos» en estos últimos, mientras que en los monumentos que se pueden considerar «sencillos» son más frecuentes los ajuares compuestos por objetos relacionables con actividades de producción y manufactura, así como los objetos de adorno fabricados en materiales comunes como la piedra o el hueso. Por ello, teniendo en cuenta también que la construcción de monumentos funerarios supone un cierto grado de desarrollo económico y una organización social que permitan dedicar tiempo, esfuerzo y mano de obra a ese fin, pero que los monumentos más simples evidentemente requieren una menor inversión de esos recursos, consideramos que la existencia de una arquitectura religiosa sencilla es fundamentalmente representativa de un grado económico bajo pero desarrollado, disminuyendo su representatividad, pero teniendo cierta relevancia, como demuestran los muchos monumentos conocidos, a medida que el grado económico aumenta, es decir en proporción inversa al aumento de «riqueza» de los ajuares. Yacimientos de este tipo se encuentran en gran cantidad en la práctica totalidad de las regiones peninsulares, por lo que resulta difícil seleccionar algunos a modo de ejemplo.

42. ESTRUCTURAS RELIGIOSO-FUNERARIAS EXCAVADAS: Cuevas artificiales, tumbas de pozo, etc...

Aunque es difícil determinar si el esfuerzo y la tecnología necesarios para la excavación de monumentos como las cuevas artificiales o las tumbas de pozo deben ser mayores que los necesarios para la realización de las construcciones megalíticas, sin embargo también en este caso los contextos arqueológicos asociados a ese tipo de monumentos religiosos indican el grado de desarrollo económico de sus usuarios, poniendo de manifiesto que en un alto porcentaje de casos se trata de estructuras típicas, y por tanto especialmente representativas, de grupos que habían alcanzado un grado económico relativamente elevado, correspondiente al nivel más alto del Grado 2 de nuestra escala. Evidentemente, su representatividad es menor por lo que respecta al grado de máximo desarrollo (Grado 1), donde la existencia de este

tipo de monumentos no resulta tan representativa por ser menos característica de los grupos muy desarrollados, y también por lo que respecta a los niveles más bajos del propio Grado 2, puesto en esos casos no es tan frecuente. Entre algunos de los yacimientos más conocidos de este tipo cabe mencionar los Alapraia y S. Pedro de Estoril, Palmela, Marroquies Altos, Aljezur, etc...

43. «THOLOI», SEPULCROS DE CORREDOR «COMPLEJOS»

Las características arquitectónicas de estos monumentos, antes mencionados, y el contexto material generalmente asociado a ellos, parece indicar que quienes los construyeron y utilizaron pertenecían a grupos de un alto grado de desarrollo económico, lo que nos hace considerarlos especialmente representativos del Grado 1, disminuyendo su representatividad en relación directa con la riqueza de los ajuares. Aunque el número de monumentos de este tipo es inferior al de los grupos anteriormente mencionados, son bastantes los conocidos hasta el momento, entre los que existen algunos muy notables tales como los de las necrópolis de Pai-Mogo, Almizaraque, el Barranquete o Los Millares, así como monumentos aislados del tipo de la Cueva de la Pastora, «Dolmen» de Azutan, etc...

44. NECROPOLIS

Las agrupaciones de monumentos funerarios indican una mayor densidad de población y en consecuencia su correspondencia con núcleos de población de mayor entidad y posiblemente también de mayor duración que cuando se trata de monumentos aislados. Por esta razón, y evidentemente también en función de las características de los ajuares de la mayoría de los casos conocidos, las agrupaciones de monumentos funerarios formando necrópolis de mayor o menor tamaño resultan especialmente representativas de grupos con un grado económico medio desarrollado (Grado 2), y también, aunque en menor medida y descendiendo gradualmente, de estadios inferiores de desarrollo económico. Los casos conocidos —Los Millares, El Barranquete, Almizaraque, Palmela, S. Pedro de Estoril, Alapraia, Trigache, etc.— señalan que las «necrópolis» son relativamente frecuentes cuando se trata de grupos de alto nivel de desarrollo y por tanto en este caso nos serían representativas de nivel alcanzado por la economía de los mismos.

45. SEPULTURAS ESTRUCTURALMENTE INDIVIDUALIZADAS CON/SIN AJUAR: Sepulturas «bajo lajas», fosas etc...

Siendo el rito de enterramiento colectivo la práctica más común durante el III milenio en la Península Ibérica, la aparición de sepulturas de este tipo, —tanto sepulturas individuales aisladas (como las denominadas «fosas campaniformes»), como las que, aun estando en

el interior de monumentos megalíticos o de cuevas sepulcrales, se hallan diferenciadas por quedar incluidas en estructuras propias—, indica diferencias entre los personajes enterrados en ellas y el resto de la población. Los casos conocidos ponen de relieve, atendiendo a sus ajuares, —y esto es algo especialmente constatable en esas sepulturas «campaniformes»— que se trata de grupos situados en el grado más alto de la escala de desarrollo económico. Los ejemplos más representativos del tipo de sepulturas a que nos referimos se encuentran los de Lapa do Bugio, Lapa do Fumo, Verdelha dos Ruivos y las sepulturas de Villabuena del Puente, Fuente Olmedo, Villaverde de Iscar, etc...

46. MANIFESTACIONES ARTÍSTICAS

El ciclo de arte rupestre tradicionalmente denominado «Arte Esquemático» es una de las manifestaciones culturales más importantes del III milenio Peninsular, pues, aunque sus inicios son anteriores y tuvo una larga perduración, sin embargo todo parece indicar que fue durante ese período cuando alcanzó su máximo desarrollo. Sin embargo, y pese a ser muchos los yacimientos localizados en los que aparecen pinturas o grabados, son pocos los casos en que es clara, al menos en el estado actual de la investigación, su relación con los núcleos de habitación correspondientes a quienes realizaron esas manifestaciones artísticas, al tiempo que la existencia de representaciones, tanto grabadas como pintadas, en algunos monumentos funerarios también plantea muchos problemas no sólo respecto a la interpretación de las mismas, sino también respecto a su relación con el contexto material de dichos monumentos.

Estos problemas se agravan dado que en la gran mayoría de los casos se trata de sepulcros que tampoco se han podido relacionar claramente con los asentamientos correspondientes, por lo que la representatividad de esas manifestaciones artísticas en relación con los distintos grados de desarrollo económico de las poblaciones peninsulares del III milenio es difícil de establecer. No obstante, siempre en función de los casos conocidos hasta el momento, podemos considerarlas como representativas fundamentalmente de un grado medio poco desarrollado (Grado 2), disminuyendo dicha representatividad a medida que aumenta el nivel económico, pues este tipo de manifestaciones parecen algo más frecuentes, y por ello menos significativas, en monumentos en que el contexto material indica una economía más desarrollada. Entre los ejemplos más significativos podríamos citar el yacimiento del Puerto de las Gradas (Ciudad Real), los monumentos de Azután (Toledo) y Cubillejo de Lara (Burgos), etc...

Como se deduce de todo lo que acabamos de exponer, nuestro planteamiento teórico se basa en la selección de los «elementos» citados considerándolos como los más representativos de la economía de las poblaciones, que, durante el III milenio, ocuparon la Península Ibérica, si bien esa representatividad no es la misma en todos los estadios de desarrollo económico.

La consecuente utilización de dichos elementos como «variables» a ponderar en cada yacimiento y, en un segundo paso, por nuestro programa «experto», siguiendo los mecanismos de funcionamiento a que ya nos referimos anteriormente, conduce a la «construcción» de un panorama cultural del III milenio peninsular en el que se observa un diferenciación de

los distintos núcleos de población, en función de las características y desarrollo de su economía, o lo que es lo mismo, se puede observar cómo el desarrollo económico de esas poblaciones presenta cuatro «grados» cuyas características podemos resumir de la siguiente forma:

- **Grado 4:** Prescindiendo evidentemente de los casos en que la falta de información es la causa de que nos encontremos con yacimientos correspondientes a este «grado», y basándonos por tanto en aquellos cuyas características se conocen lo suficiente como para identificar las de su economía, podemos constatar la presencia de grupos pertenecientes al grado de desarrollo más bajo de nuestra escala, es decir, con una economía de subsistencia basada en la práctica de actividades que no requieren una tecnología específica, destinadas preferentemente a cubrir las necesidades básicas (alimentación, vestido, vivienda), de la forma más sencilla, es decir, mediante la explotación del entorno sólo al nivel de «lo necesario», o bien «trabajando además para otros». La no utilización de un utillaje específico y variado, el uso de estructuras de habitación de materiales perecederos y de escasa «solidez», así como de un equipo material compuesto en gran medida por objetos hecho de materia orgánica (cestos, esteras, etc.), junto a la muy escasa o nula capacidad de estos grupos para detraer esfuerzo, tiempo y recursos destinados a la fabricación o adquisición de «bienes de consumo» (cerámica de formas variadas, objetos de adorno), unido todo ello a una baja densidad demográfica, hacen que los restos que se han conservado en los yacimientos pertenecientes a estos grupos sean muy escasos, si bien es cierto que en ocasiones una investigación incompleta puede enmascarar la realidad.
- **Grado 3:** Los grupos que denotan este grado de desarrollo tenían una economía basada fundamentalmente en la explotación del entorno con el fin de cubrir las necesidades de primer orden. La identidad de esa explotación (desde la recolección a la agricultura, y desde la caza menor a la ganadería), puede medirse básicamente a partir del utillaje relacionado con ella y de los restos de animales que indican la proporción de animales domésticos que sirvieron para el consumo alimenticio, de tal forma que el aumento de este consumo se puede interpretar como un síntoma del desarrollo de la ganadería, y relacionado con ella del de la economía del grupo, que progresivamente pudo disponer cada vez en mayor medida de su producción para su abastecimiento; del mismo modo respecto a la agricultura, representada fundamentalmente por la presencia del utillaje de sementera y cosecha, puede considerarse que alcanzó un cierto grado de «rentabilidad» cuando sus productos se consumen normalmente, como parece demostrar la presencia de útiles para la molienda, y más aún si se utilizan estructuras de almacenaje. Un buen ejemplo de este grado económico son pues los grupos campesinos, dedicados fundamentalmente a la agricultura y a la ganadería, pero también lo son otros grupos dedicados a otras actividades destinadas a la extracción de materias primas, tales como la minería o la explotación forestal, actividades que generalmente van encaminadas a la satisfacción de las demandas de grupos de más alto nivel económico.
- **Grado 2:** Aun cuando las actividades de producción de alimentos y otras materias primas como las fibras textiles, o la explotación de otros recursos como los minerales

o los forestales, juegan un importante papel en la economía de los grupos que alcanzasen este grado de desarrollo, sin embargo lo más representativo de la misma es el papel que juegan en ella las industrias de transformación de materias primas y fabricación de utillaje, armamento y objetos de adorno, así como las actividades de intercambio tanto de materias primas como de productos manufacturados. Una buena parte de todas estas actividades están enfocadas a la satisfacción de la demanda tanto de grupos económicamente más desarrollados como de otros cuya dedicación a actividades del sector primario les impide su total autoabastecimiento, pero evidentemente la organización de la economía de los grupos que correspondieran a este Grado 2 parte de la base de mantener asegurado el abastecimiento de los mismos, mediante la explotación directa de los recursos o bien mediante el control de la misma o la adquisición de los productos de primera necesidad. El resultado de todo ello es cuantificable a partir de las frecuencias de representación de las evidencias arqueológicas relacionables con cada una de las actividades, así como de otras que ponen de manifiesto la capacidad de estos grupos para detraer medios, tiempo y esfuerzo para la realización de obras no relacionadas directamente con las necesidades primarias, tales como las hidráulicas, las defensivas o la construcción de casas de tapial o adobe, o bien su capacidad adquisitiva, evidenciada por el uso cada vez más frecuente de útiles y armas metálicos, vajilla cerámica, objetos de adorno, etc...

- **Grado 1:** De lo anterior se deduce que representarían el grado más alto de desarrollo económico aquellos grupos cuyo sistema contempla no sólo el abastecimiento de materias primas y productos manufacturados necesarios para cubrir las necesidades básicas, tanto de alimentación, construcción de vivienda, vestido, etc., como las relacionadas con las actividades industriales de transformación y manufactura, sino también las diferentes formas de cubrir necesidades de otros tipos, derivadas en buena parte de su propio «status» social y político, tales como la demanda de «bienes de consumo» incluso a nivel de «objetos de lujo» (orfebrería, objetos «suntuarios»), la construcción de complejos sistemas de fortificación o el mantenimiento de relaciones con otros grupos culturales, incluso extrapeninsulares, lo que incluso condiciona extraordinariamente la propia ubicación de los asentamientos. Es fácil pues deducir que, así como los grados económicos más bajos se caracterizan, en términos generales, fundamentalmente por el grado de desarrollo de unas actividades respecto a otras, sin embargo este Grado 1 se caracteriza básicamente por la presencia de objetos, estructuras y «situaciones» que «per se» indican un alto grado de desarrollo económico, siendo también en este caso cuantificable la importancia alcanzada por estos elementos en función de las frecuencias de representación de los respectivos restos arqueológicos, y por tanto identificables unos niveles bajo, medio y alto dentro del propio grado máximo de dicho desarrollo.

Nuestro «prototipo» ARXEOS IV, como modelo simplificado de un Sistema Experto basado en la probabilidad, tenía en sus primeros pasos como objetivo, el comprobar la viabilidad de su manipulación para sacar conclusiones en torno a las diferentes «economías» de la Edad del Bronce, y esa viabilidad es hoy un hecho, lo que nos permite el haber comenzado

a adentrarnos en vías más complejas y que hoy escapan al sentido de estas líneas, líneas que pretenden propugnar una indudablemente mejor reconstrucción del Pasado, gracias al empleo de métodos e instrumentos como los de la Inteligencia Artificial y el «Ordenador», otras herramientas de trabajo más, al servicio de la Arqueología y de sus profesionales.

Aunque es cierto el que la recomendación del empleo de estas nuevas técnicas del tratamiento de la información arqueológica, la venimos efectuando desde hace más de un lustro, no olvidamos en ningún momento el que sus aplicaciones y los métodos que algunos de los más actuales conllevan, tienen que seguir siendo considerados con cierta precaución y, sobre todo, aplicados con exquisita prudencia, adaptándonos en cada ocasión a la naturaleza del tema para cuyo estudio se utiliza.

Bibliografía

- ALTY, J. Y COOMBS, M. (1986): *Sistemas Expertos. Conceptos y ejemplos*. Ed. Díaz de Santos, S. A. Madrid.
- AUBERT, J. P. Y SCHOMBERG, R. (1986): *Inteligencia Artificial*. Ed. Paraninfo, S. A. Madrid.
- BARR, A. Y FEIGENBAUM, E. A. (1981): *The handbook of Artificial Intelligence*. Pitman Books. Londres.
- BOHANNAN, P. (1963): *Social Anthropology*. Nueva York, p. 221 y ss.
- CASTILLO, E. Y ÁLVAREZ, E. (1989): *Sistemas Expertos. Aprendizaje e incertidumbre*. Ed. Paraninfo, S. A. Madrid.
- CHADWICK, M. Y HANNAH, J. A. (1987): *Sistemas Expertos para Ordenadores Personales (Introducción a la Inteligencia Artificial)*. Ra-Ma Editorial. Madrid.
- CUENA, J. Y OTROS (1986): *Inteligencia Artificial: Sistemas Expertos*. Ed. Alianza Editorial; Col. Alianza-Informática núm. 2. Madrid.
- FISCHLER, M. Y FIRSCHEIN, O. (1987): *Intelligence: The eye. The brain and The Computer*. Ed. Addison-Wesley. Amsterdam.
- GARDIN, J. C. Y OTROS (1987): *Systemes experts et sciences humaines. Le cas de l'archeologie*. Ed. Eyrolles. París.
- GIMENO, I., GONZÁLEZ, R. Y QUESADA, F. (1988): «Arqueólogos e informática». *Boletín de la A.E.A.A.*, núm. 24; p. 5 y ss. Madrid.
- GONDRAM, M. (1984): *Introducción aux Systemes Experts*. Ed. Eyrolles. París.
- HARTNELL, T. (1985): *Inteligencia Artificial: conceptos y programas*. Ed. Anaya Multimedia, S. A. Madrid.
- HARTNELL, T. (1986): *Sistemas Expertos. Introducción al diseño y aplicaciones*. Ed. Anaya Multimedia, S. A. Madrid.
- MISHKOFF, H. C. (Prólogo de A. Feigenbaum) (1988): *A fondo: Inteligencia Artificial*. Ed. Anaya Multimedia, S. A. Madrid.
- NAYLOR, C. (1986): *Construya su propio Sistema Experto*. Ed. Díaz Santos, S. A. Madrid.
- NILSSON, N. J. (1987): *Principios de Inteligencia Artificial*. Ed. Díaz de Santos, S. A. Madrid.
- RICHARDS, J. D. Y RYAN, N. S. (1985): *Data processing in archaeology*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge University Press. Cambridge.
- SÁNCHEZ MESEGUER, J. (1986): «La importancia de la Informática en los estudios de Arqueología». *I Jornadas de Metodología Arqueológica de Murcia*. Manuscrito multicopiado. Murcia.
- SÁNCHEZ MESEGUER, J. (1987): «Ordenadores y Economía: aproximación a la de la Edad del Bronce en el Altiplano». *II Jornadas de Historia de Yecla. Homenaje a D. Gratiniano Nieto*. Yecla. (En prensa).
- SÁNCHEZ MESEGUER, J. (1988 a): «Arxeos IV: Un "experto" en economía de la Edad del Bronce». *Cuad. Preh. y Arq. U.A.M.*, núm. 11-12. Homenaje al Prof. G. Nieto, Vol. I., p. 107 y ss. Madrid.
- SÁNCHEZ MESEGUER, J. (1988 b): «Ordenadores y Arqueología». *Simposio Internacional de Educación e Informática*. ICE de la U.A.M. p. 576 y ss. Madrid.
- SÁNCHEZ MESEGUER, J. (1988 c): «Arqueomática: Arqueología e Informática». *Festschrft. zur W. Schule Geburstaq. Inst. fur Worgeschichte. Univ. de Freiburg i. Br.* (En prensa).
- SÁNCHEZ MESEGUER, J. (1989): «Sistemas Expertos» en Arqueología: valoración de las Hipótesis. *Homenaje al Prof. E. Ripoll; Espacio, Tiempo y Forma. Serie I*. UNED, p. 491 y ss. Madrid.
- SÁNCHEZ VALLE, I. (1987): «Educación e Inteligencia Artificial». *Zeus* núm. 3, p. 16 y ss. Madrid.
- STOURDZA, P. (1982): «Inteligencia Artificial y Bases de Datos». *Informática Hoy*, núm. 14, p. 44 y ss. Madrid.
- WATERMAN, D. A. (1985): *A Guide to Expert Systems*. Ed. Addison-Wesley Publishing Co. Londres.
- WHALLON, R. (1972): «The Computer in Archaeology. A critical survey». *Archaeology*, núm. 7-1, pág. 29 y ss. Nueva York.
- WINSTON, P. H. (1984): *Artificial Intelligence*. Addison-Wesley Publishing Co. Reading, Mass.